

(19)

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020020038444 A
(43)Date of publication of application: 23.05.2002

(21)Application number: 1020010009333

(71)Applicant: SONG, TAE SUN

(22)Date of filing: 23.02.2001

(72)Inventor: SONG, TAE SUN

(30)Priority: 15.11.2000 KR 1020000067760

(51)Int. Cl. G11B 7/135

(54) OPTICAL PICKUP DEVICE FOR HIGH-DENSITY OPTICAL RECORDING AND PLAYBACK

(57) Abstract:

PURPOSE: An optical pickup device for high-density optical recording and playback is provided to adopt only a piece of SIL(Solid Immersion Lens) so that a structure is simple and compact, and to use the SIL including aspherics so as to reduce a size of an optical spot.

CONSTITUTION: An optical module(100) generates and emits light, and collects light emitted in an optical recording medium(200). An SIL(180) arranged in an optical path between the optical module and the optical recording medium, has a first surface(181) formed in plane and a second surface(182) formed in aspheric, wherein the first surface is toward a plate(201) of the optical recording medium and the second surface is toward the optical module. The SIL collects beam from the optical module without an additional objective lens, and images the beam in a signal recording surface(202) of the optical recording medium after passing the plate of the optical recording medium. If the beam from the optical module is parallel beam and the SIL has a refractive index same as the plate of the optical recording medium, the second surface of the SIL becomes an elliptical surface. And if the beam from the optical module is divergent beam and the SIL has a refractive index same as the plate of the optical recording medium, the second surface of the SIL becomes a Cartesian oval surface.

© KIPO 2002

Legal Status

Date of request for an examination (20010223)

Final disposal of an application (registration)

Date of final disposal of an application (20021030)

Patent registration number (1003661540000)

Date of registration (20021212)

Best Available Copy

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. 7
G11B 7/135

(11) 공개번호 특2002-0038444
(43) 공개일자 2002년05월23일

(21) 출원번호 10-2001-0009333
(22) 출원일자 2001년02월23일

(30) 우선권주장 1020000067760 2000년11월15일 대한민국(KR)

(71) 출원인 송태선
경기도 광명시 광명동 305-65gh(10/4_

(72) 발명자 송태선
경기도 광명시 광명동 305-65gh(10/4_

(74) 대리인 유미특허법인
송병옥

심사청구 : 있음

(54) 고밀도 광기록 및 재생용 광픽업 장치

요약

본 발명의 고밀도 기록/재생이 가능한 광픽업 장치는 광을 생성, 출사하고 광기록 매체에서 방사되는 광을 수광하는 광 모듈과, 상기 광모듈과 광기록 매체 사이의 광경로에 배치되어, 상기 광기록 매체의 기관쪽에 근접되도록 상기 광기록 매체의 기관쪽에 향하는 제1면은 평면을 이루고 상기 광모듈을 향하는 제2면은 비구면을 이루는 고체 침지 렌즈를 포함한다. 고체 침지 렌즈는 추가의 집광용 대물렌즈 없이 광모듈에서 나온 빔을 집광시켜 광기록매체의 기관을 통과하여 상기 광기록 매체의 신호기록면에 결상시킨다. 광모듈에서 나온 빔이 평행빔이고 고체 침지 렌즈가 광기록 매체의 기관의 굴절률과 같은 굴절률을 가지는 경우, 고체 침지 렌즈의 제2면은 타원면이 되고, 한편 광모듈에서 나온 빔이 발산빔이고 고체 침지 렌즈가 광기록 매체의 기관의 굴절률과 같은 굴절률을 가지는 경우, 고체 침지 렌즈의 제2면은 카티지 안 오벌면이 된다.

대표도
도 1

색인어
광픽업, 광학 헤드, 광기록매체, 광디스크, 광자기 디스크, 고체침지렌즈, 솔리드 이머전 렌즈, 고밀도 광기록

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 고밀도 광기록 및 재생용 광픽업 장치를 도시한 도면이고,
 도 2는 도 1의 고체 침지 렌즈 및 광디스크에서의 빛의 진행을 설명하는 도면이고,
 도 3은 고체 침지 렌즈와 광디스크 기관의 굴절률이 동일한 경우 빛의 진행을 설명하는 도면이고,
 도 4는 도 3에서 고체 침지 렌즈의 타원면과 좌표축을 도시한 도면이고,
 도 5는 광디스크의 신호기록면에 결상된 광스폿의 빔프로파일을 도시한 도면이고,
 도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 고밀도 광기록 및 재생용 광픽업 장치를 도시한 도면이고,
 도 7은 도 6의 고체 침지 렌즈 및 광디스크에서의 빛의 진행을 설명하는 도면이고,
 도 8은 제2 실시예에서 고체 침지 렌즈와 광디스크 기관의 굴절률이 동일한 경우에 고체 침지 렌즈의 형상을 설명하기 위한 도면이고,
 도 9a 및 도 9b는 고체 침지 렌즈의 제1면을 설명하기 위한 도면이고,
 도 10은 광디스크의 기록면쪽에서 빛이 입사하여 기록/재생하는 종래 기술에 따른 광픽업 장치를 도시한 도면이며,
 도 11는 광디스크의 기관쪽에서 빛이 입사하여 기록/재생하는 종래 기술에 따른 광픽업 장치를 도시한 도면이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 광디스크와 같은 기록 매체에 정보를 기록, 재생하기 위한 광픽업 장치에 관한 것으로, 특히 고밀도 기록 및 재생을 위하여 기록 매체에 근접하여 빛을 집광할 수 있는 고밀도 광기록 및 재생용 광픽업 장치에 관한 것이다.

최근에 컴퓨터의 기록장치나 음악, 화상정보의 패키지 미디어로서의 광디스크나, 광자기 디스크 등의 광기록 매체의 고밀도화가 진행되고 있다. 광기록 매체의 고밀도화를 위해서는 정보를 기록, 재생하는 광픽업 장치의 광스폿의 크기를 줄여야 한다. 광스폿의 지름은 사용 파장에 비례하고 개구수에 반비례하기 때문에, 광스폿의 크기를 줄이는 방법은 크게 광원의 파장을 줄이는 방법과 대물렌즈계의 개구수를 크게 하는 방법이 연구되고 있다. 광원의 파장을 줄이는 방법으로 단파장을 발생시키는 레이저 다이오드의 개발이 진행 중이다.

광픽업 장치에서 사용하는 대물렌즈계의 개구수를 크게 하는 방법은 미국특허 제5,125,750호에서 제안된 바와 같이 고체 침지 렌즈(Solid Immersion Lens: SIL)를 사용하여 광디스크의 신호기록면쪽에 반구형의 고체 침지 렌즈를 근접시켜 개구수를 크게 하는 방식이 개발되어 왔으며, 도 10에 이러한 고체 침지 렌즈를 사용한 광픽업 장치가 도시되어 있다. 도 10에 도시된 광픽업장치는 레이저 다이오드로 구성된 광원(10)에서 발생된 레이저빔이 콜리메이터 렌즈(12)를 통과하면서 평행빔으로 되고 빔분할기(14)를 통과하여 집광용 대물렌즈(16) 및 고체 침지 렌즈(18)를 포함하는 대

물렌즈계로 입사하게 된다. 집광용 대물렌즈(16)는 입사된 평행빔을 고체 침지 렌즈(18)로 집광시키게 되고, 고체 침지 렌즈(18)는 개구수를 크게 하는 역할을 하여 광디스크(20)의 신호기록면(19)상에 빔을 결상시키게 된다. 이때 신호기록면(19) 상에 집광된 빛은 그 기록면으로부터 회절/반사되어 다시 고체 침지 렌즈(18), 집광용 대물렌즈(16)를 거쳐 빔분할기(14)에 입사하게 되고, 빔분할기(14)에서 반사되어 필드렌즈(22)를 거쳐 광검출기(24)로 입사된다. 광검출기(24)는 입사된 빔을 복조하여 원래의 신호로 재생한다.

이때 집광용 대물렌즈(16)와 고체 침지 렌즈(18)를 통하여 맺혀지는 광스폿의 크기는

$$d \sim w / (NA * n) = w / NA \quad \text{유효}$$

여기서 d는 광스폿의 직경, w는 사용하는 광원의 파장, NA는 집광용 대물렌즈의 공기 중에서의 개구수, n은 고체 침지 렌즈의 굴절률이다. 결과적으로 고체 침지 렌즈를 굴절률이 큰 재질(보통 2 이상)로 형성하여 사용하는 경우 유효 개구수(NA)가 커지므로 상당히 작은 광스폿을 형성할 수 있었다.

그러나 고체 침지 렌즈(18)를 광디스크(20)의 신호기록면(19) 쪽에서 사용하여 기록하는 방식에서는, 기록/재생 시에 고체 침지 렌즈(18)와 광디스크(20)가 서로 부딪힐 수 있어서, 마찰, 마모 등에 의하여 광디스크의 신호기록면의 정보가 손실될 가능성이 크고, 광기록을 위해 빛을 조사하는 경우 발생하는 고열로 인하여 여러 가지 화학적 변화 및 물리적 변화가 생길 수 있어서, 광디스크나 광픽업 장치의 손상을 막을 수 없었다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 광디스크의 기판 쪽에서 고체 침지 렌즈를 사용하여 빛을 조사하는 방식이 일본 특허공 개공보 특개평8-221790에서 제안되었다. 이러한 광픽업 장치는 도 11에 도시되어 있으며, 고체 침지 렌즈(18')는 광디스크(20)의 신호기록면(19)이 아니라 기판(21) 쪽을 향하게 되며, 그 형상이 기판(21)쪽은 평면이고 집광용 대물렌즈(16)를 향하는 면은 구면으로서 구의 중심은 광디스크(20)의 신호기록면(19) 상에 있도록 되어 있다. 따라서, 집광용 대물렌즈(16)를 통과한 빔이 고체 침지 렌즈(18')에 입사하면 고체 침지 렌즈(18')에 의하여 광디스크(20)의 기판(21)을 통과하여 신호기록면(19)에 결상하도록 한다.

그러나, 도 11에 도시된 광픽업 장치를 사용하는 경우에는 고체 침지 렌즈(18')의 굴절률이 기판의 굴절률과 같아야 하므로 기판의 굴절률인 1.5~1.55 정도로 제한된다. 보통의 고체 침지 렌즈의 경우는 통상 굴절률이 2 정도인 고굴절 재료를 사용하여 광스폿의 크기를 줄이고 있는 점에 비하면, 도 11의 고체 침지 렌즈(18')는 기판의 굴절률인 1.5~1.55 정도로 대개 원하는 경우보다 굴절률이 줄어들어 기록밀도를 높일 수 없게 된다.

또한, 도 10 및 도 11에 도시된 종래의 광픽업 장치는 모두 콜리메이터 렌즈(12)를 통과하여 생성된 평행빔을 고체 침지 렌즈(18, 18')에 입사시키기 전에 집광용 대물렌즈(16)를 추가로 사용하기 때문에, 장치의 구성이 복잡하고 대형화 되는 문제가 있었다. 더욱이, 고체 침지 렌즈와 디스크 기판의 굴절률이 동일한 경우에만 사용할 수 있으므로, 고체 침지 렌즈와 디스크 기판의 굴절률이 다른 경우에는 사용할 수 없거나, 수차로 인하여 성능이 저하되는 문제가 발생하게 된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 상기에서 언급한 문제점들을 해소하는 개선된 광픽업 장치를 제공하는 것으로서, 대물렌즈계로서 1개의 고체 침지 렌즈만을 채용하여 간단하고 컴팩트한 구조를 가지는 고밀도 기록/재생이 가능한 광픽업 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 광기록매체의 기판쪽에 고체 침지 렌즈를 사용하여 광기록매체와 광픽업 장치의 내구성을 향상시킬 수 있으면서, 비구면을 포함하는 고체 침지 렌즈를 사용하여 집광되는 광스폿의 크기를 줄일 수 있고, 용이하게 제작, 사용할 수 있는 고밀도 기록/재생이 가능한 광픽업 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

전술한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 광을 생성, 출사하고 광기록 매체에서 방사되는 광을 수광하는 광모듈과, 상기 광모듈과 광기록 매체 사이의 광경로에 배치되어, 상기 광기록 매체의 기판쪽에 근접되도록 상기 광기록 매체의 기판을 향하는 제1면은 평면을 이루고 상기 광모듈을 향하는 제2면은 비구면을 이루는 고체 침지 렌즈를 포함한다.

고체 침지 렌즈는 추가의 집광용 대물렌즈 없이 광모듈에서 나온 빔을 집광시켜 광기록매체의 기판을 통과하여 상기 광기록 매체의 신호기록면에 결상시킨다. 이때, 광모듈에서 나온 빔이 평행빔이고 고체 침지 렌즈가 광기록 매체의 기판의 굴절률과 같은 굴절률을 가지는 경우, 고체 침지 렌즈의 제2면은 타원면이 되고, 한편 광모듈에서 나온 빔이 발산빔이고 고체 침지 렌즈가 광기록 매체의 기판의 굴절률과 같은 굴절률을 가지는 경우, 고체 침지 렌즈의 제2면은 카티지안 오벌면이 된다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예에 대하여 설명한다. 본 발명은 콤팩트 디스크(CD), 디지털 다기능 디스크(DVD), 미니 디스크(MD), 광자기 디스크 등을 포함하는 모든 광학 기록 매체의 기록/재생에 사용할 수 있으나, 여기서는 설명의 편의를 위하여 광디스크의 신호기록면에 이미 고밀도 기록된 정보 신호를 재생하는 광픽업 장치에 대해서만 설명한다.

먼저 도 1을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 광픽업 장치가 도시되어 있다. 이러한 광픽업 장치는 광모듈(100)로써 표시될 수 있는 구성요소들, 즉 광원인 레이저 다이오드(110), 콜리메이터 렌즈(120), 빔분할기(140), 펄드 렌즈(220) 및 광검출기(240)를 포함하여 광원(110)에서 나온 빛은 콜리메이터 렌즈(120)에 의해 평행빔으로 된다. 이러한 광모듈(100)은 종래 기술에서 설명한 것과 그 구성 및 동작이 유사하다. 도 1에 도시된 광픽업 장치는 대물렌즈계로서 고체 침지 렌즈(180)만을 포함하며, 고체 침지 렌즈(180)는 광모듈(100)과 광디스크(200) 사이의 광경로에 배치되어 있다. 고체 침지 렌즈(180)는 광디스크(200)의 기판(201) 쪽에 근접되도록 광디스크(200)의 기판(201)을 향하는 제1면(181)은 평면을 이루고 광모듈(100)을 향하는 제2면(182)은 곡면을 이루도록 되어 있다.

일반적으로 고체 침지 렌즈(180)는 광디스크 기판의 굴절률과는 다른 굴절률을 가지는 재료로 형성될 수 있으며, 바람직하게는 광디스크 기판과 동일한 굴절률을 가지는 재료로 형성될 수 있다.

우선 일반적인 경우로서 고체 침지 렌즈의 굴절률이 광디스크 기판의 굴절률과 다른 경우에 대하여 도 2를 참조하여 설명한다. 도 2에서 광축을 z축이라 하고, 광축과 수직인 면 상의 반경 방향을 x축이라 할 때, 공기의 굴절률을 n_0 , 고체 침지 렌즈(180)의 굴절률을 n_1 두께를 t_1 , 광디스크(200)의 기판(201)의 굴절률을 n_2 , 두께를 t_2 라 하고, 고체 침지 렌즈(180)의 제1면(181)로 입사하는 빛의 입사각을 θ_1 , 광디스크 기판(201)에 입사하는 빛의 입사각을 θ_2 라 하면, 고체 침지 렌즈의 제2면(182)에 광축으로 입사하는 빛과 광축으로부터 임의의 높이로 입사하는 빛의 광로가 모두 같아야 평행하게 입사하는 빔이 한 점에 결상된다. 따라서, 고체 침지 렌즈의 제2면의 (z, x)는 다음의 수학식 1 및 수학식 2를 만족하여야, 평행하게 입사하는 빔을 한 점에 결상시키게 된다. 여기서는 설명의 편의를 위하여 2차원식으로 표시하였으나 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 x^2 을 x^2+y^2 로 대체하여 용이하게 3차원식으로 만들 수 있다.

수학식 1

$$n_0 z + \frac{n_1(t_1 - z)}{\cos \theta_1} + \frac{n_2 t_2}{\cos \theta_2} = n_1 t_1 + n_2 t_2$$

여기서 $\theta_1 = \sin^{-1} \left(\frac{n_2 \sin \theta_2}{n_1} \right)$;

$$\theta_1, \theta_2 < 90^\circ$$

수학식 2

$$x = r_2 \tan \theta_2 + (r_1 - z) \tan \theta_1$$

이러한 고체 침지 렌즈의 경우 유효개구수 NA가 $n_2 \sin \theta_2$ 가 되므로 n_2 의 값이 큰 재료로 디스크를 형성하여 유효개구수의 값을 1보다 큰 값을 가지도록 할 수 있고, 따라서 기관의 신호기록면(202)에 맺히는 광스폿의 크기를 더 작게 형성할 수 있어 고밀도 기록/재생을 할 수 있는 광픽업 장치를 구성할 수 있다.

또한, 상기 수학식 1 및 수학식 2에서 θ_2 를 매개 변수로 하여 z 와 x 에 대해서 풀면 다음의 수학식 3, 4와 같이 z 와 x 에 대한 식을 구할 수 있다.

수학식 3

$$z = \frac{n_1 r_1 \left(1 - \frac{1}{\cos(\sin^{-1}(nr \sin \theta_2))}\right) + n_2 r_2 \left(1 - \frac{1}{\cos \theta_2}\right)}{n_0 - \frac{n_1}{\cos(\sin^{-1}(nr \sin \theta_2))}}$$

여기서 $nr = n_2 / n_1$ 임.

수학식 4

$$x = r_2 \tan \theta_2 + \left(r_1 - \frac{n_1 r_1 \left(1 - \frac{1}{\cos(\sin^{-1}(nr \sin \theta_2))}\right) + n_2 r_2 \left(1 - \frac{1}{\cos \theta_2}\right)}{n_0 - \frac{n_1}{\cos(\sin^{-1}(nr \sin \theta_2))}}\right) \tan(\sin^{-1}(nr \sin \theta_2))$$

한편, 수학식 4를 이용하면, 고체 침지 렌즈의 유효반경을 x_{\max} 라고 할 때, 광디스크의 기관으로 입사하는 최대 입사각(θ_{\max})을 구할 수 있다. 이때, 최대 개구수는 $n_2 \times \sin \theta_{\max}$ 로 표시할 수 있고, 따라서, 최대 개구수도 x_{\max} 의 함수가 된다.

예를 들어, 고체 침지 렌즈의 굴절률(n_1)이 1.75, 두께가 1.2mm, 광디스크 기관의 굴절률(n_2)이 1.52, 두께가 1.2mm(CD의 경우)인 경우에는, 고체 침지 렌즈의 유효 반경이 약 1.33mm이고, 개구수는 약 1.12 정도가 된다. 또한, 광디스크 기관의 두께가 0.6mm인 경우에는 고체 침지 렌즈의 유효 반경이 약 1.025mm이고, 개구수는 약 1.3 정도가 된다. 한편, 광디스크 기관의 두께가 0.3mm인 경우에는 고체 침지 렌즈의 유효 반경이 약 0.79mm이고, 개구수는 약 1.42 정도가 된다.

따라서, 고체 침지 렌즈의 가능한 개구수는 광디스크 기관의 굴절률(n_2) 값보다 작게 되고, 동일한 유효 반경을 갖는 고체 침지 렌즈인 경우 기관의 두께가 작을 수록 개구수를 더 크게 할 수 있음을 알 수 있다.

위의 경우에 있어서 650nm 의 DVD의 경우에 대해 계산하면, 광디스크의 기록 용량은 개구수(NA)의 크기의 제곱에 비례한다고 할 수 있으므로, 650nm 파장대의 적색 레이저 다이오드를 광원으로 사용하는 경우 약 20GB 이상의 기록 용량을 얻을 수 있고, 405nm 파장대의 청자색 레이저 다이오드를 사용하는 경우에는 50GB 이상의 기록용량을 얻을 수 있다.

다음으로, 고체 침지 렌즈가 디스크 기판의 굴절률(n_2)과 동일한 값을 가지는 재료로 형성된 경우($n_1 = n_2$)에 대해서 살펴보기로 한다.

고체 침지 렌즈(180)의 굴절률이 광디스크 기판(201)의 굴절률과 같은 경우, 입사하는 빛은 제1면(181)과 광디스크(200)의 경계면에서 거의 굴절되지 않으므로 도 3에 도시된 바와 같이 광디스크의 신호기록면(202)에 결상하게 된다. 즉, n_1 이 n_2 와 같으면, θ_1 도 θ_2 와 같으므로 수학식 1은 다음과 같이 된다.

수학식 5

$$n_0 z + n_1 \sqrt{x^2 + (z-a)^2} = n_1 a$$

여기서 $a = t_1 + t_2$ 임.

수학식 5는 타원면의 식으로 표현될 수 있어서, 고체 침지 렌즈(180)의 제2면(182)은 타원면이 되며, 도 4를 참조하여 이러한 타원면에 대해 살펴보기로 한다.

우선, 고체 침지 렌즈(180)의 광모들 쪽의 타원곡면의 정점을 원점으로 하여 광축의 방향을 z 축으로 하고, 광축과 수직인 반경 방향을 x 축으로 하며, 외부 굴절률을 n_0 , 타원 내부의 굴절률을 n_1 , 타원의 초점의 z 축 좌표값은 a 라 하면, 타원 방정식은 다음의 수학식으로 표시될 수 있다. 설명의 편의를 위하여 2차원식으로 표시하였으나 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 x^2 을 $x^2 + y^2$ 로 대치하여 용이하게 3차원식으로 만들 수 있다.

수학식 6

$$\frac{\left(z - a \frac{n_1}{n_1 + n_0}\right)^2}{\left(a \frac{n_1}{n_1 + n_0}\right)^2} + \frac{x^2}{a^2 \frac{n_1 - n_0}{n_1 + n_0}} = 1$$

(R.K.Luneburg, Mathematical Theory of Optics, pp132-134 참조)

한편, 타원의 장반경을 A , 단반경을 B 라 할 때, 일반적인 타원의 방정식은 다음과 같다.

수학식 7

$$\frac{(z-A)^2}{A^2} + \frac{x^2}{B^2} = 1$$

따라서, 고체 침지 렌즈(180)의 제2면인 타원면의 장반경 A 와 단반경 B 는 다음과 같다.

수학식 8

$$A = a \frac{n_1}{n_1 + n_0}, B = a \sqrt{\frac{n_1 - n_0}{n_1 + n_0}}$$

이 경우 타원의 이심률 e 는

수학식 9

$$e = a \frac{n_0}{n_1 + n_0}$$

가 되어 굴절률(n_1)과 타원의 초점(a)에 따라 고체 침지 렌즈(180)의 타원면을 형성할 수 있다.

한편, 비구면을 다음과 같은 일반식으로도 표현할 수 있다.

수학식 10

$$z = \frac{cx^2}{1 + \sqrt{1 - (k+1)c^2x^2}} + Dx^4 + Ex^6 + Fx^8 + \dots$$

여기서 c 는 곡률이며, x 는 z 축으로부터의 거리, k 는 코닉 상수이며, $D, E, F \dots$ 는 4차, 6차, 8차, ...의 비구면 계수임.

고체 침지 렌즈(180)의 제2면(182)이 타원면일때, 수학식 10과 같은 비구면식으로 표시하는 경우에는 곡률(c)과 코닉 상수(k)는 다음 식으로 표시되며, 나머지 비구면 계수($D, E, F \dots = 0$)의 값은 0이다.

수학식 11

$$c = \frac{n_1}{a(n_1 - n_0)}, k = -\frac{n_0^2}{n_1^2}$$

다음으로, 고체 침지 렌즈(180)의 제1면(181)의 위치를 살펴보기로 한다. 초점(a)를 지나며 x 축에 평행한 면(도 3의 F)이 광디스크(200)의 신호기록면(202)이 되어야 하므로 ($a-t$)점을 지나며 x 축에 평행한 면(도 4의 E)가 고체 침지 렌즈(180)의 제1면(181)에 위치해야 한다.

즉, 사용할 광디스크의 굴절률 n_1 , 기판의 두께 t 및 사용할 타원면의 초점 a 를 정하는 경우, 고체 침지 렌즈의 제2면의 타원면은 상기 수학식 6 또는 수학식 10-11에 의해 정해지며, 고체 침지 렌즈의 두께는 ($a-t$)가 된다.

따라서, 위와 같은 형상을 가진 고체 침지 렌즈(180)에 평행하게 입사된 광다발은 타원의 초점(a)에 신호기록면(202)을 가지는 광디스크에 정확히 결상하게 된다.

한편, 이러한 고체 침지 렌즈(180)가 가질 수 있는 최대 개구수 $NA_{\text{최대}}$ 는 다음의 식으로 주어진다.

수학식 12

$$NA_{\text{최대}} = n_1 \frac{B}{\sqrt{e^2 + B^2}} = \sqrt{n_1^2 - n_0^2}$$

따라서, 고체 침지 렌즈(180)의 유효 개구수 NA는 $NA \leq NA_{\text{최대}}$ 의 범위값을 가진다.

예를 들어, $n_1=1.55$, $n_0=1.0$ 인 경우 최대 유효 개구수 $NA_{\text{최대}}$ 는 1.184 정도가 되고, $n_1=1.50$, $n_0=1.0$ 인 경우 최대 유효 개구수 $NA_{\text{최대}}$ 는 1.118 정도가 되어 종래에 비해 고개구수가 얻어진다. 한편, 고체 침지 렌즈(180)을 지지하기 위한 렌즈 지지부는 고체 침지 렌즈의 제2면인 타원면의 단축 상의 정점에서 기관(E면)까지의 둘레를 지지하는 것(도 4의 빗금 부분)이 광효율을 최대로 할 수 있다.

기록용량은 광스폿의 크기의 제곱에 반비례하므로, 650nm의 DVD의 경우를 계산해보면 적색의 레이저 다이오드(파장 650nm)를 광원으로 사용할 경우 18GB 정도의 고밀도 데이터 용량을 기록/재생할 수 있고, 청색의 레이저 다이오드(파장 405nm)를 광원으로 사용할 경우 45GB 정도의 고밀도 데이터 용량을 기록/재생할 수 있다.

이러한 제1 실시예에 따른 광픽업 장치의 동작원리는 레이저 다이오드로 구성된 광원(110)에서 발생된 레이저빔이 콜리메이터 렌즈(120)를 통과하면서 평행빔으로 되고 빔분할기(140)를 통과하여 고체 침지 렌즈(180)에 입사되고, 다시 광디스크(200)의 기관(201)을 통과하여 신호기록면(202)에 결상된다.

이때, 고체 침지 렌즈(180)와 광디스크(200) 사이는 거의 접촉한 상태가 되어 공기 간극이 있을 경우에도 그 간극이 광원의 파장 정도의 범위에 지나지 않아, 공기 간극에 의한 큰 차이 없이 작은 광스폿을 얻을 수 있다. 이러한 특성도 도 5에 도시되어 있으며, 도 5의 각각의 곡선은 신호기록면(202)에 결상된 광스폿의 빔프로파일이다. 도면에서 A 곡선이 개구수 NA가 1.0 일 때의 이론적인 빔프로파일이며, B 곡선은 위에서 계산한 대로 최대 유효 개구수 $NA_{\text{최대}}$ 가 1.118일 때 고체 침지 렌즈(180)와 광디스크(200) 사이의 거리가 1 파장 정도 떨어져 있을 때이며, C곡선은 ($NA_{\text{최대}}$)가 1.118일 때 고체 침지 렌즈(180)와 광디스크(200) 사이가 완전히 접촉했을 때의 빔프로파일을 나타낸다. 도면에 도시된 바와 같이 B곡선과 C곡선이 거의 일치하므로 고체 침지 렌즈와 광디스크가 광원의 파장 정도 떨어진 경우에는 이들이 접촉한 것으로 가정하더라도 전체 광학계에는 영향을 미치지 않는다. 즉, 고체 침지 렌즈(180)와 광디스크(200)이 완전히 접촉되지 않은 경우로 공기 간극이 있는 경우에는 임계각 보다 크게 입사하는 경우가 발생하게 되는데, 이런 경우에도 공기 간극이 매우 작을 경우에는 임계각보다 크게 입사하더라도, 양자역학적 현상으로 인하여 광이 투과하므로 완전히 접촉했을 때를 기준으로 설명한다고 하더라도 별 차이가 없다. 이를 통상 고체 침지 렌즈를 사용하는 경우의 근접장 효과(near field effect)라고 한다. (Eugene Hecht, Optics, Addison-Wesley Publishing Company, 2판, pp107-108 참조)

한편, 신호기록면(202) 상에 집광된 빛은 그 기록면으로부터 회절/반사되어 다시 고체 침지 렌즈(180)를 거쳐 빔분할기(140)에 입사하게 되고, 빔분할기(140)에서 반사되어 필드렌즈(220)를 거쳐 광검출기(240)로 입사된다. 광검출기(240)는 입사된 빔을 복조하여 원래의 신호로 재생한다.

다음으로 도 6을 참조하면, 제2 실시예의 광픽업 장치가 도시되어 있다. 제1 실시예가 고체 침지 렌즈에 평행한 빛을 입사시키는 무한광학계에 대한 것이었다면 제2 실시예는 고체 침지 렌즈에 발산하는 빛을 입사시키는 유한광학계에 대한 것이다. 제2 실시예의 광픽업 장치는 광모듈(300)로써 표시될 수 있는 구성요소들, 즉 광원인 레이저 다이오드, 빔분할기, 필드 렌즈 및 광검출기를 포함하는 것은 도 1을 참조하여 제1 실시예에서 설명한 것과 유사하다. 다만, 제2 실시예는 도 1의 콜리메이터 렌즈(120)를 포함하지 않고, 광원(110)인 레이저 다이오드에서 발산하는 빛을 빔분할기를 통하여 그대로 고체 침지 렌즈(380)에 입사시킨다. 제2 실시예에서도 집광용 대물렌즈를 사용하지 않는 것은 제1 실시예와 동일하다.

이러한 광픽업 장치에서, 광모듈(300)과 광디스크(200) 사이의 광로에는 고체 침지 렌즈(380)이 배치되어 있다. 고체 침지 렌즈(380)는 광디스크(200)의 기관(201)쪽에 근접되도록 광디스크(200)의 기관(201)을 향하는 제1면(381)은 평면을 이루고 광모듈(100)을 향하는 제2면(382)은 비구면을 이루고 있다.

더욱이, 이러한 광픽업 장치에서 광원인 레이저 다이오드는 일반적으로 평판 형상의 보호창이 구비된 모듈로서 제공되게 된다. 즉, 레이저 다이오드의 발광체로부터 발산하는 광은 고체 침지 렌즈에 도달하기 전에 평판의 유리창을 통과한

후 고체 침지 렌즈(380)에 도달하게 된다. 레이저 다이오드 모듈에서 사용하는 보호창은 비록 그 두께가 0.25mm 정도이지만 본 실시예와 같이 유한광학계에서 고려되어야 한다. 따라서, 도 7을 참조하여 설명하는 바와 같이 고체 침지 렌즈(380)의 제2면인 비구면을 설계 시의 설계 요소로 고려해야 한다.

도 7에서 광축을 z축이라 하고, 광축과 수직인 면 상의 반경 방향을 x축이라 할 때, n_0, n_1, n_2, n_3 는 각각 공기, 레이저 다이오드의 보호창(390), 고체 침지 렌즈(380), 광디스크 기판(202)의 굴절률이고, t_{01} 는 광원에서 보호창까지의 거리, t_1 은 보호창의 두께, t_{02} 는 보호창에서 고체 침지 렌즈의 정점까지의 거리, t_2 는 고체 침지 렌즈의 두께, t_3 는 광디스크 기판의 두께이고, ϕ_0, ϕ_1 은 각각 보호창에 입사하는 빛의 입사각 및 굴절각이며, ϕ_2 는 고체 침지 렌즈의 제1면에 입사하는 빛의 입사각, ϕ_3 는 기판에 입사하는 빛의 입사각인 경우를 고려한다. 이 경우, 광원으로부터 발산하는 빛이 보호창(390)과 고체 침지 렌즈(380), 광디스크의 기판(201)을 통하여 신호기록면(202)에 도달하는 모든 광선의 광로가 동일하다는 조건, 경계면에서의 입사각과 굴절각과의 관계에 의하여 다음의 수학식 13 및 수학식 14를 얻을 수 있다.

따라서, 고체 침지 렌즈의 제2면의 (z, x)는 다음의 수학식 13 및 수학식 14를 만족하여야, 발산빔을 한 점에 결상시키게 된다. 여기서는 설명의 편의를 위하여 2차원식으로 표시하였으나 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 $x^2 + y^2$ 로 대치하여 용이하게 3차원식으로 만들 수 있다.

수학식 13

$$\phi_1 = \sin^{-1}\left(\frac{n_0}{n_1} \sin(\phi_0)\right), \phi_2 = \sin^{-1}\left(\frac{n_3}{n_2} \sin(\phi_3)\right);$$

수학식 14

$$x = (z - t_1) \tan(\phi_0) + t_1 \tan(\phi_1) = (t_{01} + t_{02} + t_1 + t_2 - z) \tan(\phi_2) + t_3 \tan(\phi_3)$$

수학식 15

$$\frac{n_1 t_1}{\cos \phi_1} + \frac{n_0 (z - t_1)}{\cos \phi_0} + \frac{n_2 (t_{01} + t_1 + t_{02} + t_2 - z)}{\cos \phi_2} + \frac{n_3 t_3}{\cos \phi_3} = n_0 t_{01} + n_1 t_1 + n_0 t_{02} + n_2 t_2 + n_3 t_3$$

한편, 수학식 15는 다음의 수학식 16으로 달리 표시할 수 있다.

수학식 16

$$\frac{n_0 t_{01}}{\cos \phi_0} + \frac{n_1 t_1}{\cos \phi_1} + \frac{n_0 (x - t_{01} \tan \phi_0 - t_1 \tan \phi_1)}{\sin \phi_0} + \frac{n_2 (x - t_3 \tan \phi_3)}{\sin \phi_2} + \frac{n_3 t_3}{\cos \phi_3} = n_0 t_{01} + n_1 t_1 + n_0 t_{02} + n_2 t_2 + n_3 t_3$$

상기 수학식 13, 수학식 14와 수학식 15 또는 수학식 16을 정리하면 다음과 같다.

수학식 17

$$x = (z - t_1) \tan \phi_0 + t_1 \tan(\sin^{-1}(\frac{n_0}{n_1} \sin \phi_0))$$

수학식 18

$$z = \frac{f1(\tan\phi_0 - \tan\phi_1) + f3\tan\phi_3 + TX\tan\phi_2}{\tan\phi_0 + \tan\phi_2}$$

여기서 $TX = t01 + t1 + t02 + t2$ 임

수학식 19

$$\frac{C0 - \frac{n1t1}{\cos\phi_1} - \frac{n3t3}{\cos\phi_3} + \frac{n0t1}{\cos\phi_0} - \frac{n2TX}{\cos\phi_2}}{\frac{n0}{\cos\phi_0} - \frac{n2}{\cos\phi_2}} = \frac{f1(\tan\phi_0 - \tan\phi_1) + f3\tan\phi_3 + TX\tan\phi_2}{\tan\phi_0 + \tan\phi_2}$$

여기서 $C0 = n0t01 + n1t1 + n0t02 + n2t2 + n3t3$ 임.

따라서, 수학식 18과 수학식 19에서 z 는 ϕ_0 또는 ϕ_1 의 함수로 표시할 수 있어서 결국 x 는 z 만의 함수로 표시할 수 있게 된다.

예를 들어, $n0=1.00$, $n1=1.55$, $n2=1.80$, $n3=1.52$, $t01$ 과 $t02$ 의 합을 7.0 mm, 보호창의 두께 $t1=0.25$ mm를 하고, $t2=1.5$ mm, $t3=1.2$ mm인 경우에, 고체 침지 렌즈의 유효 반경은 1.65mm정도이고, 최대 유효 개구수 $NA_{\text{유효}}$ 는 약 1.38 정도를 얻을 수 있다.

다른 예로서, $n0=1.0003$, $n1=1.55$, $n2=1.80$, $n3=1.52$, $t01+t02=7.0$ mm, $t1=0.25$ mm, $t2=1.5$ mm, $t3=0.6$ mm인 경우에는, 고체 침지 렌즈의 유효 반경이 1.19mm정도이고 최대 유효 개구수 $NA_{\text{유효}}$ 는 약 1.36 정도를 얻을 수 있다. 더욱이, 나머지 값은 동일하고 광디스크 기판의 두께 $t3=0.1$ 인 경우에는 유효 반경이 0.83mm정도이고 최대 유효 개구수 $NA_{\text{유효}}$ 는 약 1.34 정도를 얻을 수 있다. 한편 $t3=0.1$ 이고 고체 침지 렌즈의 두께($t2$)가 1.8mm인 경우에는 고체 침지 렌즈의 유효 반경이 0.97mm정도이고 유효개구수는 약 1.28 정도를 구할 수 있다.

이상에서 알 수 있는 바와 같이, 광디스크의 기판이 두꺼워질수록 동일한 개구수를 달성하기 위한 고체 침지 렌즈의 유효 반경의 크기가 커지게 된다.

이러한 광픽업 장치의 동작원리는 레이저 다이오드로 구성된 광원(110)에서 발생된 레이저빔이 보호창(390)을 통하여 발산하여 도시되지 않은 빔분할기를 통과하여, 고체 침지 렌즈(180)에 입사하여 집광되어 광디스크(200)의 기판(201)을 통과하여 신호기록면(202)에 집광된다. 이때 신호기록면(202) 상에 집광된 빛은 그 기록면으로부터 회절/반사되어 다시 고체 침지 렌즈(180)를 거쳐 도시되지 않은 광검출기로 입사하는 것은 제1 실시예와 동일하다.

더욱이, 제2 실시예에 의한 광픽업 장치는 콜리메이터 렌즈를 사용할 필요 없이 바로 광원이 레이저 다이오드에서 나온 빛을 사용하기 때문에 광픽업 장치의 소형, 경량화가 더욱 용이해진다.

위에서는 고체 침지 렌즈와 광디스크가 완전히 접촉된 경우에 대하여 설명하였으나, 고체 침지 렌즈와 광디스크가 사용하는 빛의 파장 정도의 공기 간극으로 떨어져 있는 경우에는 양자역학적 투과 효과에 의하여 임계각보다 클 때도 광선이 투과하는 현상이 있으므로 완전히 접촉한 경우와 마찬가지로 사용할 수 있다.

한편 도 8에 도시된 바와 같이, 광모들에서 발산하는 빔이 고체 침지 렌즈에 입사하기 전에 평판 보호창이 없는 경우($t1=0$)(보호창의 굴절률이 공기의 굴절률과 같은 경우 즉 $n1=n0$ 에도 해당됨) 광디스크 기판의 굴절률이 고체 침지 렌즈의 굴절률과 같으면($n2=n3$), 고체 침지 렌즈의 제2면은 특수한 경우로서 카티지안 오벌(Cartesian oval)곡면이 된다. (R.K.Luneburg, Mathematical Theory of Optics, pp129-131 참조)

도 9 참조하여, 카티지안 오벌 곡면을 설명한다. 유한한 거리의 한 점을 원점(광원)으로 두고 원점에서 출발하는 광선에 대하여 굴절률 n_0 인 영역에서의 이동경로를 r_0 라하고, 굴절률 n_1 인 영역에서의 이동경로를 r_1 이라 할 때, 원점에서 출발하는 모든 광선의 광로가 일정하다고 하면 다음 식과 같은 등식이 성립하게 된다. 도 6 역시 설명의 편의를 위하여 2차원식으로 표시하였으나 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 x^2 을 x^2+y^2 로 대치하여 용이하게 3차원식으로 만들 수 있다.

수학식 20

$$n_0\sqrt{x^2+z^2}+n_2\sqrt{x^2+(z-a)^2}=\text{상수}=n_0A+n_2(a-A)$$

수학식 21

$$r_1=\sqrt{x^2+(z-a)^2}, r_0=\sqrt{x^2+z^2}$$

이러한 수학식 20 내지 21을 만족하는 곡면을 카티지안 오벌이라고 한다. 이때, 기판의 두께를 t_3 라 하면 고체 침지 렌즈의 두께 $t_2 = (a-A-t_3)$ 가 된다. 또한, 이 실시예에서도 고체 침지 렌즈(380)를 지지하기 위한 렌즈 지지부는 고체 침지 렌즈의 제2면(382)의 광축과 수직인 면의 최대 정점에서 기판까지의 들레를 지지하는 것(도 8의 빗금 부분)이 광효율을 최대로 할 수 있다.

본 실시예의 광픽업 장치에 디스크의 두께가 1.2mm인 광디스크(예를 들어 CD)를 사용한다고 가정하면, 공기 굴절률을 1.0, 기판(201) 및 고체 침지 렌즈(180)의 굴절률 n_1 을 1.50이라고 하면, A 는 20.5mm, a 는 24mm, 카티지안 오벌의 최대 x 축 반경 B 는 1.513mm가 되고, 이 경우 고체 침지 렌즈의 개구수 NA 가 1.047이 되어 도 6-7의 종래 픽업장치의 이론적인 최대 개구수 1.0보다 커지게 된다. 또한, 두께가 0.6인 광디스크(예를 들어 DVD)를 사용한다고 가정하면, 공기 굴절률을 1.0, 기판(201) 및 고체 침지 렌즈(180)의 굴절률 n_1 을 1.50이라고 하면, A 는 16.9mm, a 는 18.98mm, 카티지안 오벌면(382)의 최대 x 축 반경 B 는 0.902mm가 되고, 이 경우 고체 침지 렌즈의 개구수 NA 가 1.018이 되어 도 6-7의 종래 픽업장치의 이론적인 최대 개구수 1.0보다 커지게 된다.

이러한 광픽업 장치의 동작원리는 레이저 다이오드로 구성된 광원(110)에서 발생된 레이저빔이 발산하여 도시되지 않은 빔분할기를 통과하여 고체 침지 렌즈(180)에 입사하여 집광되어 광디스크(200)의 기판(201)을 통과하여 신호기록면(202)에 집광된다. 이때 신호기록면(202) 상에 집광된 빛은 그 기록면으로부터 회절/반사되어 다시 고체 침지 렌즈(180)를 거쳐 도시되지 않은 광검출기로 입사하는 것은 위에서 설명한 바와 동일하다.

더욱이, 이러한 광픽업 장치는 콜리메이터 렌즈를 사용할 필요 없이 바로 광원이 레이저 다이오드에서 나온 빛을 사용하기 때문에 광픽업 장치의 소형, 경량화가 더욱 용이해진다.

한편, 제1 실시예 또는 제2 실시예에서, 고체 침지 렌즈의 제1면은 평면이 되어야 하나, 실제로는 유효 반경 내만 평면일 필요가 있는 것이고 유효 반경 밖에서는 다른 곡률이나 형태를 가져도 무방하다. (도 이러한 경우 고체 침지 렌즈의 유효 반경 $r_{\text{유효}}$ 을 다음 식과 같이 구할 수 있다.

수학식 22

$$r_{\text{유효}} = t_{\text{기판}} \tan \psi = t_{\text{기판}} \tan \left[\sin^{-1} \left(\frac{NA}{n_{\text{기판}}} \right) \right]$$

여기서 $t_{기판}$ 는 광디스크 기판의 두께, ψ 는 광디스크로의 입사각, NA는 유효 개구수, $n_{기판}$ 는 광디스크 기판의 굴절률임.

상기와 같이 유효 반경내에서 평면일 필요가 있는 것이 이상적이며 일반적이다. 그러나, 실제의 경우에 있어서 유효반경내에 있어서, 면의 최고점과 최저점의 차가 사용 파장의 수배 정도의 차이를 갖는 연속면일 경우에는 평면과 동일한 성능을 갖는다. 따라서 제1면의 곡률 반경(R)은

$$R - \sqrt{(R^2 - r_{유효}^2)} \leq \text{사용파장}$$

의 범위내에서 유용하다. 이때, 곡률은 도 9a에 도시된 바와 같이 양의 값(+) 이거나, 도 9b에 도시된 바와 같이 음의 값(-)이거나 별문제가 없다.

예를 들어 곡면의 반경이 1000mm이며, 유효반경이 1mm인 경우에는 유효반경내의 최고점과 최저점의 차가 0.0005mm이므로 650nm인 경우에는 충분히 유효하다.

실제에 있어서, 가공이 아니고 금형에 의하여 대량생산을 하는 경우는 약간의 곡률을 주는 것이 생산에 있어서의 효율과 정밀도를 높일 수 있다. 즉, 고체 침지렌즈와 광디스크 사이에 공기 간극이 있는 경우이면서 임제각보다 큰 경우에 입사하는 때는 전달되는 빛의 전계의 크기는 e^{-bz} 의 비로 광디스크 면에 전달 되므로, 공기 간극인 z 값이 크면 클수록 전달되는 전계의 크기가 감소하게 된다. 이때, 양자효과에 의해 전달되는 전계에 영향을 미치는 감소계수 b 는 다음과 같다.

수학식 23

$$b = 2\pi \sqrt{n_{\text{고체침지렌즈}} \sin^2 \psi - 1}$$

여기서, ψ 는 고체 침지 렌즈와 광디스크가 접촉했다고 보았을 때 고체 침지 렌즈의 제1면에 입사하는 광선의 입사각, 또는 고체 침지 렌즈의 제1면(181)인 평면 또는 매우 큰 곡률반경을 갖는 면에 입사하는 광선의 입사각임.

또한, 임제각보다 작은 경우에는 통상의 굴절법칙에 의하여 전달되므로 위의 경우와 유사하다. 즉, 고체 침지 렌즈의 평면을 매우 커다란 곡면을 갖는 것으로 바꾸는 경우에는 평면에 근사하므로 매우 작은 광도를 갖게 되어, 고체 침지 렌즈의 제작상의 잇점을 가질 수 있다.

발명의 효과

본 발명에 따른 광픽업 장치는 광기록매체의 기판쪽에서 기록, 재생을 함으로써 광기록 매체 및 광픽업장치의 내구성을 향상시킬 수 있다.

또한, 본 발명에 따른 광픽업장치는 대물렌즈계로서 추가의 집광용 대물렌즈를 사용할 필요 없이 1매의 고체 침지 렌즈만을 채용하여 간단하고 컴팩트한 구조를 가지게 된다.

더욱이, 고체 침지 렌즈를 사용함으로써 개구수를 1 이상으로 하여 광스폿의 크기를 줄일 수 있어서 고밀도 기록/재생이 가능해진다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

신호기록면과 적어도 하나의 기판을 포함하는 고밀도 광기록 매체에서, 신호기록면에 정보를 기록하거나 기록된 정보를 재생하는 광픽업 장치에 있어서,

평행광을 생성, 출사하고 광기록 매체에서 방사되는 광을 수광하는 광모듈과,

상기 광모듈과 광기록 매체 사이의 광경로에 배치되어, 상기 광기록 매체의 기관쪽에 근접되도록 상기 광기록 매체의 기관을 향하는 제1면은 평면을 이루고 상기 광모듈을 향하는 제2면은 비구면을 이루는 고체 침지 렌즈

를 포함하여,

상기 광모듈에서 나온 평행광이 상기 고체 침지 렌즈에 입사하여 집광되어 광기록매체의 기관을 통과하여 상기 광기록 매체의 신호기록면에 집광되는 것을 특징으로 하는 고밀도 기록/재생이 가능한 광픽업 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서,

광축을 z축이라 하고, 광축과 수직한 면 상의 반경 방향을 x축이라 할 때, 상기 고체 침지 렌즈의 제2면은 다음의 식

$$z = \frac{n_1 t_1 \left(1 - \frac{1}{\cos(\sin^{-1}(nr \sin \theta_2))}\right) + n_2 t_2 \left(1 - \frac{1}{\cos \theta_2}\right)}{n_0 - \frac{n_1}{\cos(\sin^{-1}(nr \sin \theta_2))}}$$

$$x = r_2 \tan \theta_2 + \left(r_1 - \frac{n_1 t_1 \left(1 - \frac{1}{\cos(\sin^{-1}(nr \sin \theta_2))}\right) + n_2 t_2 \left(1 - \frac{1}{\cos \theta_2}\right)}{n_0 - \frac{n_1}{\cos(\sin^{-1}(nr \sin \theta_2))}} \right) \tan(\sin^{-1}(nr \sin \theta_2))$$

(여기서, n_0 는 공기의 굴절률, n_1 은 고체 침지 렌즈의 굴절률, n_2 는 광기록 매체 기관의 굴절률, θ_2 는 고체 침지 렌즈를 통하여 기관에 입사하는 광선의 입사각, nr 은 고체 침지 렌즈의 굴절률에 대한 기관의 굴절률의 비($= n_2 / n_1$), t_1 은 고체 침지 렌즈의 두께, t_2 는 광기록 매체 기관의 두께임.)

을 만족하는 것을 특징으로 하는 고밀도 기록/재생이 가능한 광픽업 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 고체 침지 렌즈는 상기 광기록 매체의 기관의 굴절률과 같은 굴절률을 가지는 재료로 형성되며, 상기 제2면은 타원면인 것을 특징으로 하는 고밀도 기록/재생이 가능한 광픽업 장치.

청구항 4.

제3항에 있어서,

상기 고체 침지 렌즈의 제2면인 타원면은 장반경 A, 단반경 B, 이심률 e에 대한 다음식

$$A = a n_1 / (n_1 + n_0)$$

$$B = a \sqrt{((n_1 - n_0) / (n_1 + n_0))}$$

$$e = a n_0 / (n_1 + n_0)$$

(여기서 a는 타원의 장축방향에서 정점과 타원면의 초점 사이의 거리이고, n1은 광기록 매체의 기관의 굴절률이며, n0은 공기의 굴절률임.)

를 만족하는 것을 특징으로 하는 고밀도 기록/재생이 가능한 광픽업 장치.

청구항 5.

제4항에 있어서,

광기록 매체의 기관의 두께를 t라고 할 때, 상기 고체 침지 렌즈의 두께가 (a-t)인 것을 특징으로 하는 고밀도 기록/재생이 가능한 광픽업 장치.

청구항 6.

제3항에 있어서, n1은 광기록 매체 기관의 굴절률이며, n0은 공기의 굴절률이라고 할 때, 상기 고체 침지 렌즈의 최대 유효 개구수 $NA_{\text{최대}}$ 는

$$NA_{\text{최대}} = \sqrt{(n_1^2 - n_0^2)}$$

인 것을 특징으로 하는 고밀도 기록/재생이 가능한 광픽업 장치.

청구항 7.

제1항에 있어서,

상기 고체 침지 렌즈의 제2면인 비구면의 단축 상의 정점에서 상기 고체 침지 렌즈를 지지하는 렌즈 지지부를 더 포함하여 광효율을 최대로 하는 것을 특징으로 하는 고밀도 기록/재생이 가능한 광픽업 장치.

청구항 8.

신호기록면과 적어도 하나의 기관을 포함하는 고밀도 광기록 매체에서, 신호기록면에 정보를 기록하거나 기록된 정보를 재생하는 광픽업 장치에 있어서,

발산광을 생성, 출사하고 광기록 매체에서 방사되는 광을 수광하는 광모듈과,

상기 광모듈과 광기록 매체 사이의 광경로에 배치되어, 상기 광기록 매체의 기관쪽에 근접되도록 상기 광기록 매체의 기관을 향하는 제1면은 평면을 이루고 상기 광모듈을 향하는 제2면은 비구면을 이루며, 상기 광기록 매체의 기관의 굴절률과 같은 굴절률을 가지는 재료로 형성된 고체 침지 렌즈

를 포함하여,

상기 광원에서 나온 발산광이 상기 고체 침지 렌즈에 입사하여 집광되어 광기록매체의 기관을 통과하여 상기 광기록 매체의 신호기록면에 집광되는 것을 특징으로 하는 고밀도 기록/재생이 가능한 광픽업 장치.

청구항 9.

제8항에 있어서,

상기 광모듈에서 생성된 광은 광모듈을 나오기 전에 투명의 평판 보호창을 통과하며,

상기 고체 침지 렌즈의 제2면은 광축을 z축이라 하고, 광축과 수직한 면 상의 반경 방향을 x축이라 할 때, 다음의 식

$$x = (z - t_1) \tan \phi_0 + t_1 \tan \left(\sin^{-1} \left(\frac{n_0}{n_1} \sin \phi_0 \right) \right)$$

$$z = \frac{t_1 (\tan \phi_0 - \tan \phi_1) + t_3 \tan \phi_3 + TX \tan \phi_2}{\tan \phi_0 + \tan \phi_2}$$

$$\frac{C_0 - \frac{n_1 t_1}{\cos \phi_1} - \frac{n_3 t_3}{\cos \phi_3} + \frac{n_0 t_1}{\cos \phi_0} - \frac{n_2 TX}{\cos \phi_2}}{\frac{n_0}{\cos \phi_0} - \frac{n_2}{\cos \phi_2}} = \frac{t_1 (\tan \phi_0 - \tan \phi_1) + t_3 \tan \phi_3 + TX \tan \phi_2}{\tan \phi_0 + \tan \phi_2}$$

(여기서 n_0, n_1, n_2, n_3 는 각각 공기, 보호창, 고체 침지 렌즈, 광기록 매체 기판의 굴절률이고, t_0 는 광원에서 보호창까지의 거리, t_1 은 보호창의 두께, t_2 는 보호창에서 고체 침지 렌즈의 정점까지의 거리, t_3 는 고체 침지 렌즈의 두께, t_3 는 광기록 매체 기판의 두께이고, ϕ_0, ϕ_1 은 각각 보호창에 입사하는 빛의 입사각 및 굴절각, ϕ_2 는 고체 침지 렌즈의 제1면에 입사하는 빛의 입사각, ϕ_3 는 기판에 입사하는 빛의 입사각이고, $TX = t_0 + t_1 + t_2 + t_3$, $C_0 = n_0 t_0 + n_1 t_1 + n_0 t_2 + n_2 t_2 + n_3 t_3$ 임.)

을 만족하는 것을 특징으로 하는 고밀도 기록/재생이 가능한 광픽업 장치.

청구항 10.

제8항에 있어서,

상기 고체 침지 렌즈의 제2면은 A가 광원에서 정점까지의 거리, a가 광원과 초점 사이의 거리이고, n_1 은 광기록 매체의 굴절률이며, n_0 은 공기의 굴절률이라고 할 때,

$$n_0 \sqrt{(x^2 + z^2)} + n_1 \sqrt{(x^2 + (z-a)^2)} = n_0 A + n_1 (a-A)$$

만족하는 카티지안 오벌(Cartesian Oval)인 면으로 이루어진 것을 특징으로 하는 고밀도 기록/재생이 가능한 광픽업 장치.

청구항 11.

제10항에 있어서,

상기 고체 침지 렌즈의 두께는 광기록 매체의 기판의 두께를 t 라고 할 때, $(a-A-t)$ 인 것을 특징으로 하는 고밀도 기록/재생이 가능한 광픽업 장치.

청구항 12.

제8항 또는 제10항에 있어서,

상기 고체 침지 렌즈의 제2면의 단축 상의 정점에서 상기 고체 침지 렌즈를 지지하는 렌즈 지지부를 더 포함하여 광효율을 최대화 하는 것을 특징으로 하는 고밀도 기록/재생이 가능한 광픽업 장치.

청구항 13.

제1항 또는 제8항에 있어서,

상기 고체 침지 렌즈의 제1면은 다음식으로 주어지는 유효 반경 $r_{\text{유효}}$

$$r_{\text{유효}} = t_{\text{기판}} \tan \psi = t_{\text{기판}} \tan \left[\sin^{-1} \left(\frac{NA}{n_{\text{기판}}} \right) \right]$$

(여기서 $t_{\text{기판}}$ 는 광기록 매체 기판의 두께, ψ 는 광기록 매체 기판으로의 입사각, NA는 유효 개구수, $n_{\text{기판}}$ 는 광기록 매체 기판의 굴절률임.)

내에서 평면인 것을 특징으로 하는 고밀도 기록/재생이 가능한 광픽업 장치.

청구항 14.

제1항 또는 제8항에 있어서,

상기 고체 침지 렌즈의 제1면은 완전한 평면이 아니라 다음식으로 정의되는 곡률 반경(R)을 가지며,

$$R - \sqrt{(R^2 - r_{\text{유효}}^2)} \leq \text{사용과장}$$

이때,

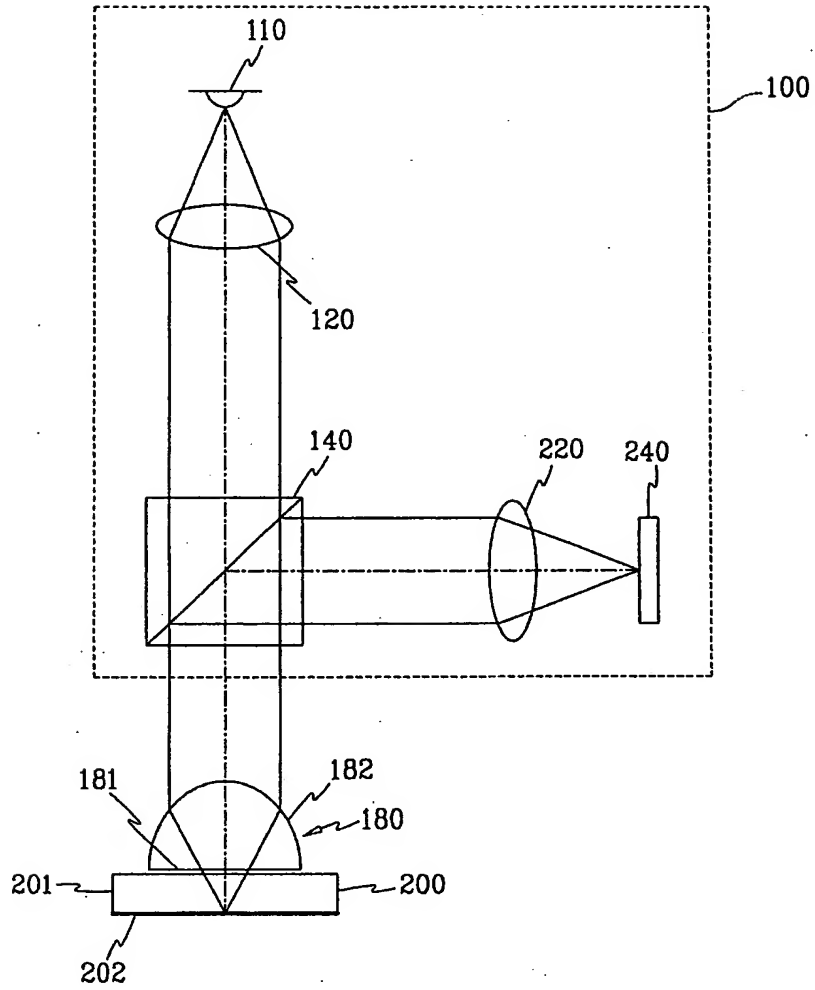
$$r_{\text{유효}} = t_{\text{기판}} \tan \psi = t_{\text{기판}} \tan \left[\sin^{-1} \left(\frac{NA}{n_{\text{기판}}} \right) \right]$$

(여기서 $t_{\text{기판}}$ 는 광기록 매체 기판의 두께, ψ 는 광기록 매체 기판으로의 입사각, NA는 유효 개구수, $n_{\text{기판}}$ 는 광기록 매체 기판의 굴절률임.)

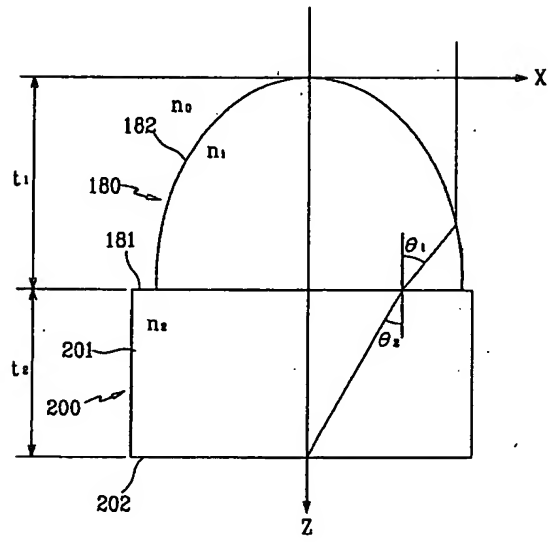
인 것을 특징으로 하는 고밀도 기록/재생이 가능한 광픽업 장치.

도면

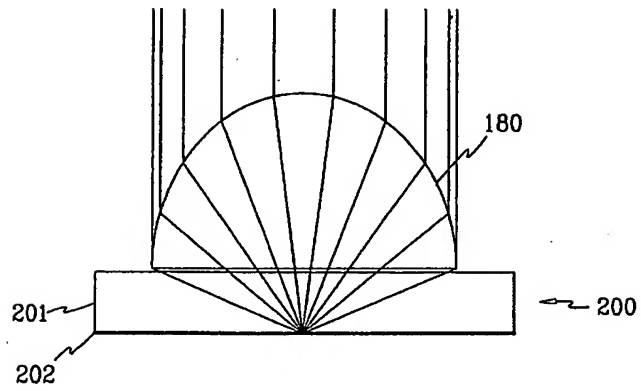
도면 1



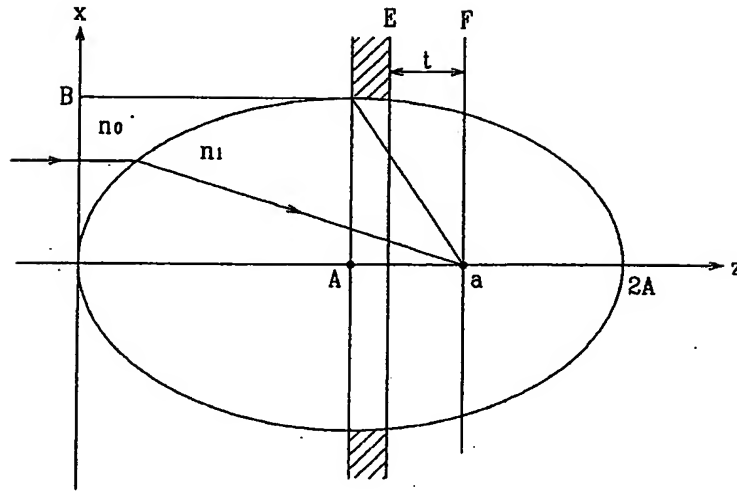
도면 2



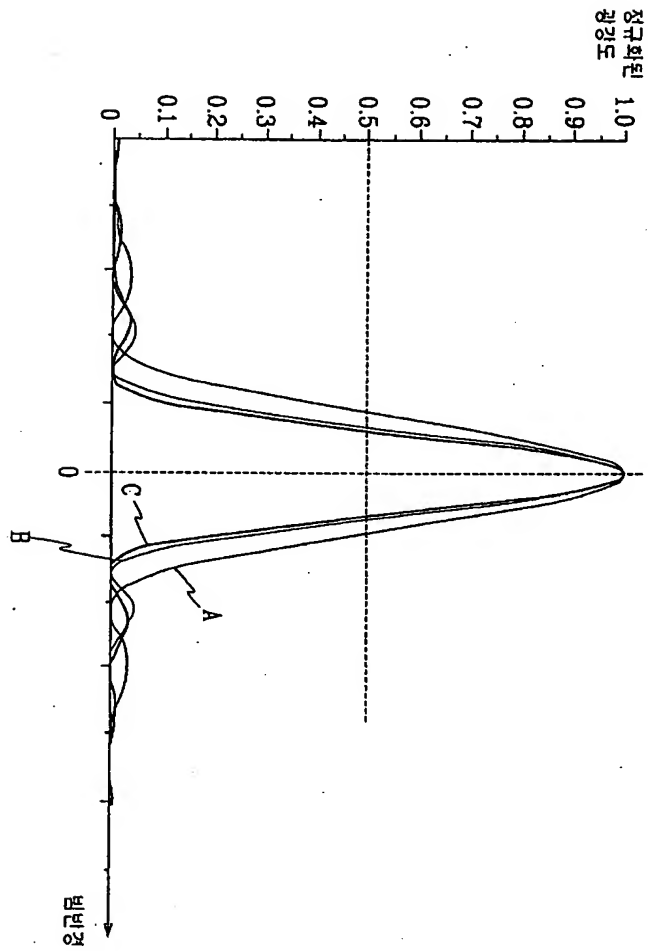
도면 3



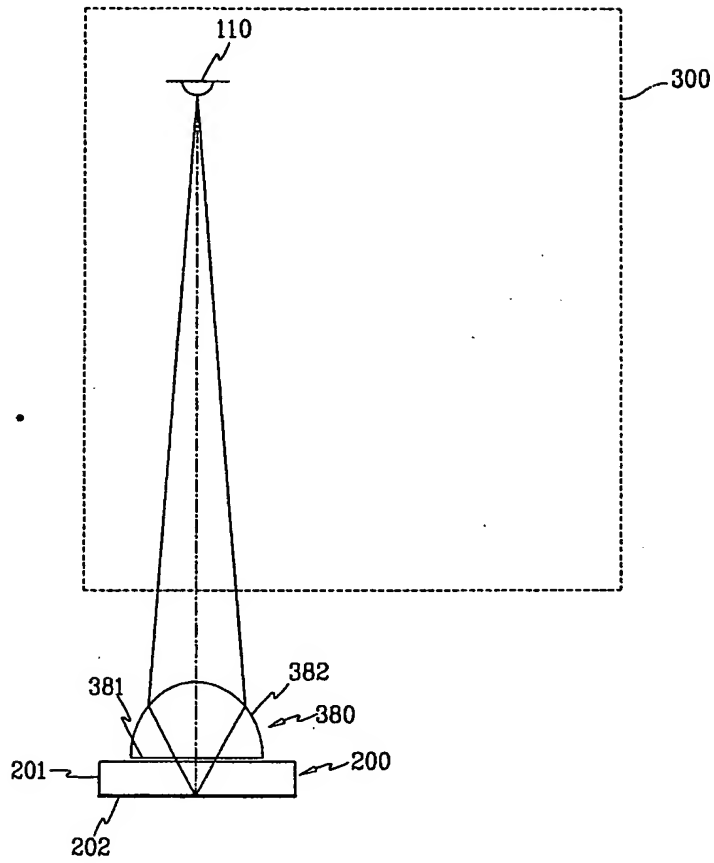
도면 4



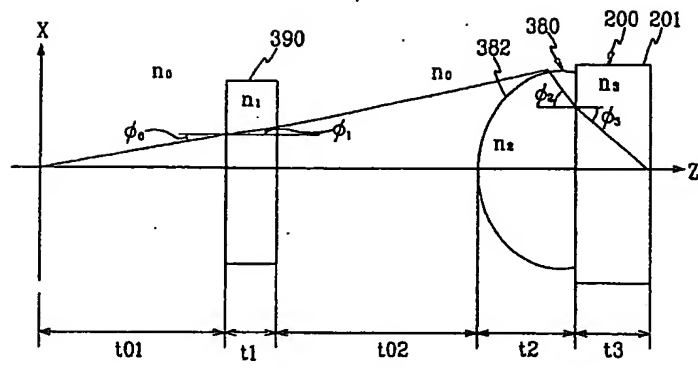
도면 5



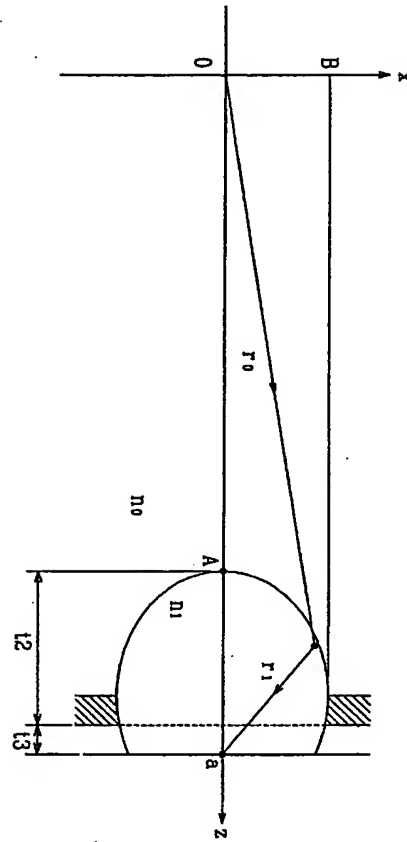
도면 6



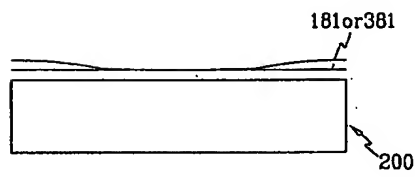
도면 7



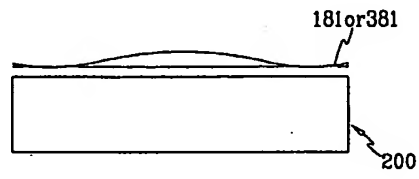
도면 8



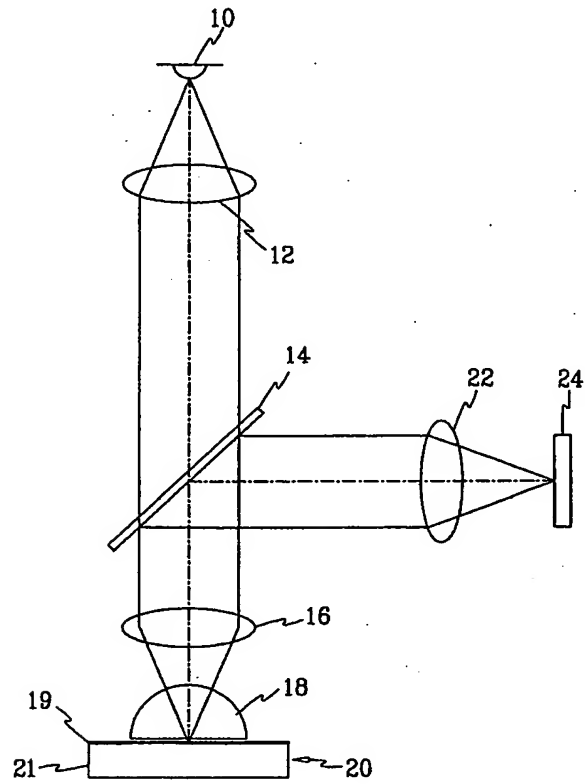
도면 9a



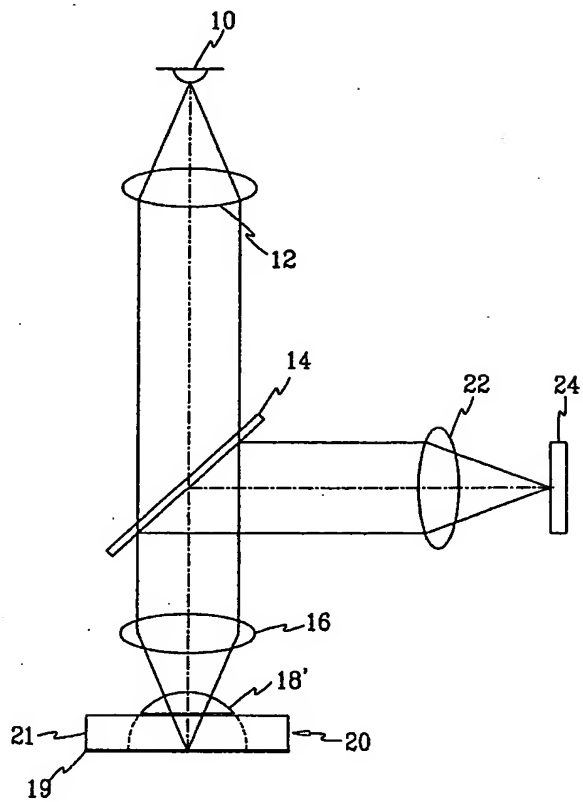
도면 9b



도면 10



도면 11



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.